

# Efecto de la aplicación foliar de calcio sobre algunos atributos de calidad en frutos de melón

BOUZO, C.A.<sup>1</sup>; CORTEZ, S.B.<sup>2</sup>

## RESUMEN

La fertilización foliar puede constituir una importante práctica agronómica para incrementar la concentración de calcio de los frutos. El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la utilización de algunos fertilizantes cálcicos en aspersión foliar, en diferentes ambientes, sobre la calidad de frutos de melón. Los experimentos de campo fueron realizados en cinco localidades en la región central de la Argentina (Colón, Coronda, Ángel Gallardo, Esperanza y Media Agua) durante el período 2009-2010. Las soluciones cálcicas fueron aplicadas en cinco oportunidades, desde el inicio de la fructificación, con una frecuencia semanal entre aplicaciones. Los tratamientos fueron: i) testigo sin fertilizar; ii) nitrato de calcio ( $3 \text{ g L}^{-1}$ ); iii) EDTA Cálcico Amónico ( $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ) y calcio orgánico ( $40 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ). Las mediciones realizadas en los frutos luego de la cosecha fueron: Firmeza Interna (IF) y Externa (EF) (kg), Concentración de Sólidos Solubles (SSC) (%), Peso de los Frutos (W) (kg) y concentración de calcio en la corteza y pulpa (%). Excepto para Media Agua, la aplicación de nitrato de calcio permitió obtener, en promedio, incrementos de la IF y EF de 40% y 60% respectivamente, en comparación con el tratamiento testigo. Los tratamientos con soluciones cálcicas no incrementaron el SSC y W de los frutos. A excepción de Media Agua, en las otras localidades se incrementó el contenido de calcio en la corteza. Estos resultados indicarían que el uso de fertilizantes cálcicos foliares puede mejorar la calidad de los frutos de melón, aunque dependiendo de las condiciones ambientales de la localidad.

**Palabras clave:** *Cucumis melo* L., fertilización foliar, firmeza de fruto, concentración de sólidos solubles.

## ABSTRACT

*Foliar fertilization plays an important role in increasing the calcium content of certain fruits. The aim of this study was to evaluate the effects of foliar application of some calcium fertilizers in different environments over melon quality and yield. The field experiments were conducted at five towns located in the central region of Argentina (Colón, Coronda, Angel Gallardo, Esperanza and Media Agua) during the 2009-2010 production season. Foliar sprays with calcium solutions were applied on five different occasions at the start of fruiting, with an approximate frequency of one application per week. The treatments were: i) control (no fertilizers); ii) calcium nitrate ( $3 \text{ g L}^{-1}$ ); iii) calcium ammonium EDTA ( $5 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ) and organic calcium ( $40 \text{ cm}^3 \text{ L}^{-1}$ ). In fruits, the measurements taken after harvest were: Internal (IF) and External Flesh Firmness (EF) (kg), Soluble Solid Concentration (SSC) (%), Fruit Weight (W) (kg) and calcium content in rind and pulp (%). Except for the Media Agua locality, the application of calcium nitrate increased the IF and the EF in 40% and 60%, respectively, compared to the control treatment. Treatments with calcium solutions did not increase the SSC and the W of fruit. With the exception of Media Agua, in the other localities it was possible to observe an increase in the rind*

<sup>1</sup>Universidad Nacional del Litoral, Facultad de Ciencias Agrarias, Departamento de Producción Vegetal, Kreder 2805, S3080HOF Esperanza, Santa Fe, Argentina. Correo electrónico: [cbouzo@arnet.com.ar](mailto:cbouzo@arnet.com.ar).

<sup>2</sup>EEA INTA Pocito, AER Media Agua, Barboza S/N, 5435, Villa Media Agua, Sarmiento, San Juan.

calcium content. These results indicate that the effect of calcium foliar fertilizers may represent an improvement in the fruit quality of melon, though dependent on local environmental conditions.

**Keywords:** *Cucumis melo L.*, foliar fertilization, fruit firmness, soluble solid concentration.

## INTRODUCCIÓN

La adecuada nutrición de la planta es muy importante para su estado de salud, productividad y calidad de frutos. El contenido adecuado de nutrientes y sus relaciones con el suelo son la base del buen estado nutricional. Sin embargo, determinadas condiciones pueden interrumpir la captura de nutrientes, incluso en suelos ricos (Lanauskas *et al.*, 2006). Los fertilizantes de aplicación foliar usualmente compensan o suplementan esta carencia (Erdal *et al.*, 2004; Lanauskas *et al.*, 2006). La nutrición foliar con fertilizantes con calcio juega un papel importante en el aumento de los contenidos de nutrientes en vegetales durante la fructificación.

El calcio (Ca), es un elemento que se diferencia de otros ya que se importa sólo en pequeñas cantidades en frutas carnosas y en concentraciones mucho menores que la de las hojas (Saure, 2005). En melón, existe evidencia de que el calcio regula el ablandamiento del fruto y senescencia a nivel de la membrana (Lester, 1996; Lamikanra y Watson, 2004). En la mayoría de las frutas, la retención de la firmeza es un parámetro de calidad importante en las frutas frescas y productos vegetales. El estado nutricional antes de la cosecha de la fruta, especialmente con respecto al calcio, es un factor importante que afecta la potencial vida de almacenamiento (Fallahi *et al.*, 1997).

La forma más sencilla para maximizar el nivel de calcio en el fruto es por aspersión foliar (Gastol y Domagala-Swiatkiewicz, 2006). Esto, sin embargo, es en muchos casos muy difícil de alcanzar debido a la absorción y penetración restringidas del calcio hacia el fruto y su movilización dentro del tejido de la fruta (Mengel, 2002). Los aerosoles de Ca normalmente previenen la mayoría de

los trastornos fisiológicos (Lötze y Theron, 2006), pero la tasa de éxito varía en función de la predisposición natural a los síntomas, la estación de crecimiento, el cultivar y las condiciones ambientales. Existe evidencia que sugiere que el aumento de calcio en frutos tras la aplicación de los aerosoles es normalmente baja (Neilsen y Neilsen, 2002) o incluso inexistente. Además, estos aerosoles no tienen ningún efecto consistente en la firmeza de la pulpa de la fruta, el contenido de sólidos solubles y la pérdida de peso natural (Lanauskas y Kviklienė, 2002).

El objetivo de este trabajo fue evaluar los efectos de la aplicación foliar de algunos fertilizantes de calcio en la calidad de fruta de melón y rendimiento.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Sitio experimental

Los experimentos de campo se realizaron en cinco localidades de la región central de la Argentina durante la temporada de producción 2009-2010, a fin de considerar las diferentes condiciones de suelos y climas: Colón (Entre Ríos) (32° 13' S, 58° 08' W), Ángel Gallardo (Santa Fe) (31° 32' S, 60° 40' W), Coronda (Santa Fe) (31° 58' S, 60° 54' W), Esperanza (Santa Fe) (31° 24' S, 60° 54' W) y Media Agua (San Juan) (31° 58' S, 68° 25' W). Se sembraron semillas de melón cv. 'HD N°1' (Semillas Takii) en cada celda (3,5 cm de diámetro) de las bandejas de trasplante (126 celdas por bandejas) que se habían llenado con un sustrato con partes iguales en volumen de turba y perlita. El trasplante se realizó durante la primera semana de octubre de 2009 cuando las plantas tenían dos hojas.

Localidad	Década	oct-09						nov-09						dic-09						ene-10					
		T	Tx	Ti	RH	R	WS	T	Tx	Ti	RH	R	WS	T	Tx	Ti	RH	R	WS	T	Tx	Ti	RH	R	WS
		°C	%	mm	km h <sup>-1</sup>	°C	%	mm	km h <sup>-1</sup>	°C	%	mm	km h <sup>-1</sup>	°C	%	mm	km h <sup>-1</sup>	°C	%	mm	km h <sup>-1</sup>	°C	%	mm	km h <sup>-1</sup>
Ángel Gallardo (SF)	1	20	28	13	62	31	12	19	26	14	59	34	13	24	31	18	60	91	12	26	32	21	57	0	13
	2	20	27	14	59	37	17	22	27	17	60	78	19	24	31	19	72	147	13	27	32	22	64	10	16
	3	22	29	15	62	50	19	23	30	18	63	5	15	25	31	20	70	83	10	28	33	23	62	40	15
Colón (E.R.)	1	19	26	12	66	90	8	18	24	12	82	35	8	23	29	17	77	40	6	25	31	20	68	1	7
	2	19	25	13	84	26	8	20	26	15	78	60	10	24	30	19	69	77	7	27	32	23	69	30	8
	3	21	27	15	68	86	9	22	28	16	77	21	8	25	31	19	71	68	6	27	33	22	64	120	8
Coronda (S.F.)	1	21	30	14	61	27	14	20	26	15	60	29	13	25	31	19	64	59	7	27	33	22	58	0	11
	2	21	28	15	61	38	14	23	30	18	60	64	19	25	31	20	72	116	11	27	33	23	61	11	15
	3	22	30	16	61	12	20	24	31	18	65	9	9	26	32	21	70	65	10	28	34	24	62	47	13
Esperanza (S.F.)	1	20	28	15	69	21	6	20	27	14	69	2	6	24	34	17	71	53	5	26	37	18	66	0	5
	2	21	28	15	70	46	6	22	29	16	67	0	7	24	32	18	79	146	6	26	35	20	68	8	6
	3	21	29	16	69	63	7	24	34	16	69	0	5	26	36	20	78	127	5	28	40	22	68	35	6
Media Agua (S.J.)	1	19	29	11	32	0	16	21	30	12	31	0	15	26	35	18	36	0	18	30	38	21	32	31	16
	2	21	30	13	33	0	14	24	34	15	26	0	17	27	37	19	36	0	17	30	40	22	31	6	16
	3	23	31	16	35	0	16	25	34	16	34	0	17	28	37	19	37	0	17	31	41	22	34	0	17

**Tabla 1.** Promedio mensual cada diez días (década) de la Temperatura Media (T), Máxima (Tx) y Mínima (Ti), Humedad Relativa (RH), Precipitaciones (R) y la Velocidad del Viento (W) en las cinco localidades del experimento.

### Información ambiental

Los datos meteorológicos del ciclo de cultivo 2009-2010 permitieron observar los contrastes entre localidades (tabla 1). Los valores más bajos de temperatura máxima (Tx) fueron registrados en Colón y, los más altos, en Media Agua. En esta localidad, la humedad relativa (HR) fue la más baja: aproximadamente la mitad de la registrada en otras localidades. Además, en Media Agua no llovió (R) durante el ciclo de cultivo (sólo una pequeña cantidad en el mes de enero) y los valores más altos de velocidad media del viento se registraron en esta locación (WS).

En Colón, los suelos predominantes son ricos en arcilla vertisol (figura 1) que se encoge e hincha con los cambios en el contenido de humedad y en la que hay un elevado contenido de arcilla expansiva, conocida como montmorillonita. En Ángel Gallardo y Esperanza, los suelos son molisoles (figura 1) con un alto contenido de materia orgánica en Ángel Gallardo y muy bajo en Esperanza. Se trata de suelos con una profundidad de primer horizonte usualmente de entre 25 y 35 cm. En Coronda, los suelos son una mezcla de molisoles y alfisoles, mientras que en Media Agua son principalmente entisoles (figura 1) que no presentan un perfil de desarrollo, provenientes principalmente de material parental con poca alteración.

De acuerdo con los resultados de los análisis químicos, en Media Agua se determinó: Material Orgánico, MO (1,20%), Nitrógeno Total, NT (0,073%) y Fósforo, P (8 ppm). En lo que respecta a calcio y potasio, (25,0 y 5,0 meq 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). En Coronda: MO (0,8 %); Nt (0,047 %), P (9 ppm); Ca y K (3,2 y 0,5 meq 100 g<sup>-1</sup>; respectivamente). En Esperanza: MO (1,5 %); Nt (0,081%); P (6 ppm); Ca y K (9,6 y 0,5 meq 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente).



**Figura 1.** Localización geográfica y caracterización del tipo de suelo en los cinco experimentos de campo conducidos en la región central de Argentina, durante la temporada 2009-2010.

En Ángel Gallardo: MO (2,27 %); Nt (0,106 %); P (45 ppm); Ca y K (8,1 y 0,8 meq 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente). Y en Colón: MO (4,25 %); Nt (0,195 %); P (8 ppm); Ca y K (18,0 y 1,6 meq 100 g<sup>-1</sup>, respectivamente).

### Tratamientos y manejo de cultivos

Esquema del experimento:

1. Sin fertilizantes (Control).
2. Nitrato de calcio, 3 g L<sup>-1</sup> (Calcinit®, 15,5 % N, 26,6 % Ca).
3. EDTA Cálcico Amónico, 5 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> (Calcio34®, 34 % Ca).
4. Calcio orgánico, 40 cm<sup>3</sup> L<sup>-1</sup> (MYR® Calcio, 3,0 % N, 4,5 % Ca).

El MYR® Calcio también contiene en su composición 3% de ácido húmico y 11% de aminoácidos libres. Los aerosoles foliares con la solución de calcio fueron aplicados cinco veces a partir del inicio de la fructificación con una frecuencia aproximada de una aplicación por semana. No se usó MYR® Calcio en las localidades de Colón y Media Agua. Las plantas en el tratamiento control no fueron fertilizadas pero sí rociadas con agua. Las prácticas de manejo fueron, a excepción de la fertilización foliar, las usadas habitualmente por los horticultores. Se utilizó polietileno negro acolchado, riego por goteo y fertirrigación con N, P y K de acuerdo a Bouzo *et al.* 2004.

### Mediciones y diseño experimental

Los frutos fueron colectados en su punto de madurez comercial entre finales de diciembre de 2009 y principios de enero de 2010. Durante estos estudios se realizaron las siguientes mediciones en las frutas: firmeza interna (IF) y externa (EF) de la pulpa (kg), concentración de sólidos solubles (SSC) a la cosecha (%), peso de la fruta (W) (kg) y contenido de calcio en cáscara y pulpa (% del peso seco). La firmeza de la pulpa se midió utilizando un penetrómetro Effegi con un émbolo de 7,9 mm de diámetro. El EF, se midió removiendo la cáscara en lados opuestos de la fruta y la firmeza de la pulpa se calculó como la media de dos mediciones por fruto. La IF se midió cortando la fruta por la mitad y realizando mediciones en dos puntos opuestos en el medio del mesocarpio.

Se tomaron dos cuñas de cada fruta y se combinaron para formar una muestra. Se extrajo el jugo de esta muestra con una prensa de mano y se filtró usando una gasa. Se midió la SSC de este jugo (%) con un refractómetro de mano (ATAGO), con compensación automática de temperatura. Las frutas fueron pesadas en balanza de precisión ( $\pm 0,01$  g) y el contenido de calcio fue medido con un espectrógrafo de emisión (AOAC, 1995). En cada análisis se estudió una muestra de 15 frutos. El diseño del experimento fue de bloques aleatorizados. Cada tratamiento fue de 66 m<sup>2</sup>, con tres repeticiones, y 22 plantas cada uno. La densidad de siembra fue equivalente a 8.000 plantas por hectárea. Los datos experimentales se sometieron a

un análisis de varianza. Se usó un test de Tukey a  $P < 0,05$  para la separación de media. Los datos fueron analizados por ANOVA y se utilizó Statgraphics Plus para Windows para manejar los datos.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El uso de fertilizantes foliares llevó a un incremento de la firmeza externa (EF) (tabla 2). Sin embargo, en Media Agua no se observaron diferencias entre el efecto de las soluciones de calcio (Calcinit y Ca34) en comparación con el tratamiento control. La firmeza interna (IF) se modificó por el uso de fertilizantes, pero los resultados no fueron similares en todas las localidades (tabla 2). Además, la eficacia de ciertos tratamientos para aumentar la IF no fue la misma para todas las localidades. Por ejemplo, el uso de Ca34 no causó un aumento de la IF en Ángel Gallardo mientras que Calcinit incrementó los valores de IF en todos los casos. En Media Agua no hubo diferencias en el efecto de los tratamientos ( $P < 0,05$ ).

El efecto de los tratamientos de calcio no causó un aumento en la concentración de sólidos solubles (SSC) de los frutos (tabla 3). En Media Agua se observaron los valores más altos de SSC, en todos los tratamientos, cuando se comparan los valores con aquellos obtenidos en el resto de las localidades.

Cuando se midió el peso de la fruta a cosecha se determinó que, también en este caso, el uso de fertilizantes foliares no provocó diferencias en la masa de la fruta (tabla 4).

Medir la concentración de calcio en la fruta permitió observar la existencia de valores muy variables entre los tratamientos (tabla 5). No se observó una clara tendencia de aumento en la cáscara con los tratamientos con calcio en comparación con el control. No hubo diferencias estadísticamente significativas en la concentración de calcio de la cáscara en Media Agua (tabla 5). En la pulpa, la mayor diferencia en la concentración de calcio, en comparación con el control, fue registrada en Coronda y Ángel Gallardo (tabla 5). En Colón, los resultados fueron variados: la concentración de calcio fue incluso mayor en el tratamiento control que con los fertilizantes. Mientras que, en Esperanza y Media Agua no hubo diferencias entre los tratamientos, al igual que lo observado para la pulpa.

Diferentes condiciones pueden aumentar la deficiencia de calcio y pueden ser agrupados de la siguiente manera: absorción insuficiente de Ca por la planta por humedad inadecuada en la zona de las raíces, baja disponibilidad de calcio en el suelo y desbalance catiónico en el suelo o en la solución de fertirrigación, crecimiento pobre de las raíces y salinidad en la zona de las raíces. Otros factores pueden ser una inadecuada distribución del Ca hacia los órganos de baja tasa transpiratoria o alta tasa de desarrollo, pobre conexión xilemática, una alta tasa transpiratoria de la planta y una baja presión radical (Napier y Combrink, 2006).

En melón, hay evidencia que relaciona los efectos de la deficiencia de calcio con la evolución de la textura y polilacturonasa (PG) (Serrano *et al.*, 2002). El calcio es ne-

Localidad	Tratamientos							
	Calcinit		MYR Ca		Ca34		Control	
	EF	IF	EF	IF	EF	IF	EF	IF
Ángel Gallardo (S.F.)	3,21 <sup>ab</sup>	2,22 <sup>ab</sup>	4,60 <sup>a</sup>	2,61 <sup>a</sup>	3,52 <sup>ab</sup>	2,10 <sup>bc</sup>	2,30 <sup>b</sup>	1,63 <sup>c</sup>
Colón (E.R.)	6,15 <sup>a</sup>	3,97 <sup>a</sup>	s/d	s/d	5,75 <sup>a</sup>	2,92 <sup>b</sup>	3,83 <sup>b</sup>	2,93 <sup>b</sup>
Coronda (S.F.)	5,00 <sup>a</sup>	2,25 <sup>a</sup>	4,15 <sup>ab</sup>	1,91 <sup>ab</sup>	4,72 <sup>a</sup>	2,28 <sup>a</sup>	2,65 <sup>b</sup>	1,34 <sup>b</sup>
Esperanza (S.F.)	5,97 <sup>a</sup>	2,85 <sup>a</sup>	6,65 <sup>a</sup>	2,70 <sup>ab</sup>	6,97 <sup>a</sup>	3,04 <sup>a</sup>	3,56 <sup>b</sup>	2,04 <sup>b</sup>
Media Agua (S.J.)	4,50 <sup>a</sup>	2,00 <sup>a</sup>	s/d	s/d	5,00 <sup>a</sup>	1,55 <sup>a</sup>	5,70 <sup>a</sup>	2,15 <sup>a</sup>

**Tabla 2.** Efecto de los fertilizantes sobre la Firmeza Externa e Interna (EF e IF, respectivamente) (kg) en frutos de melón cv. 'HD N° 1' en las cinco localidades del experimento.

Diferentes letras indican diferencias significativas en cada fila (localidad) según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Localidad	Tratamientos			
	Calcinit	MYR Ca	Ca34	Control
Ángel Gallardo	11,0 <sup>a</sup>	10,4 <sup>a</sup>	10,8 <sup>a</sup>	11,6 <sup>a</sup>
Colón (E.R.)	9,2 <sup>a</sup>	s/d	8,2 <sup>a</sup>	8,2 <sup>a</sup>
Coronda (S.F.)	13,5 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	13,1 <sup>a</sup>	14,2 <sup>a</sup>
Esperanza (S.F.)	10,4 <sup>ab</sup>	10,1 <sup>b</sup>	9,2 <sup>b</sup>	11,9 <sup>a</sup>
Media Agua (S.J.)	14,8 <sup>a</sup>	s/d	15,3 <sup>a</sup>	14,0 <sup>a</sup>

**Tabla 3.** Efecto de los fertilizantes sobre la Concentración de Sólidos Solubles (SSC) (%) en frutos de melón cv. 'HD N° 1' en las cinco localidades del experimento.

Diferentes letras indican diferencias significativas en cada fila (localidad) según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

Localidad	Tratamientos			
	Calcinit	MYR Ca	Ca34	Control
Ángel Gallardo	1,611 <sup>a</sup>	1,457 <sup>a</sup>	1,642 <sup>a</sup>	1,632 <sup>a</sup>
Colón (E.R.)	1,957 <sup>a</sup>	s/d	1,782 <sup>a</sup>	1,994 <sup>a</sup>
Coronda (S.F.)	2,239 <sup>a</sup>	1,869 <sup>a</sup>	2,000 <sup>a</sup>	2,017 <sup>a</sup>
Esperanza (S.F.)	2,513 <sup>a</sup>	2,550 <sup>a</sup>	2,474 <sup>a</sup>	2,598 <sup>a</sup>
Media Agua (S.J.)	3,614 <sup>a</sup>	s/d	2,645 <sup>b</sup>	3,251 <sup>ab</sup>

**Tabla 4.** Efecto de los fertilizantes sobre el Peso Fresco de la fruta (W) (g) en melón cv. 'HD N° 1' en las cinco localidades del experimento.

Diferentes letras indican diferencias significativas en cada fila (localidad) según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).



Tratamiento	Tejido del fruto	Localidad				
		Ángel Gallardo	Colón	Coronda	Esperanza	Media Agua
Calcinit	Corteza	0,81 <sup>a</sup>	0,87 <sup>b</sup>	0,59 <sup>ab</sup>	0,74 <sup>a</sup>	0,72 <sup>a</sup>
MYR Ca		0,80 <sup>a</sup>	s/d	0,62 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	s/d
Ca34		0,87 <sup>a</sup>	1,00 <sup>a</sup>	0,63 <sup>a</sup>	0,69 <sup>a</sup>	0,75 <sup>a</sup>
Control		0,79 <sup>b</sup>	0,85 <sup>b</sup>	0,52 <sup>b</sup>	0,65 <sup>b</sup>	0,67 <sup>a</sup>
Calcinit	Pulpa	0,16 <sup>a</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>
MYR Ca		0,17 <sup>a</sup>	s/d	0,11 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	s/d
Ca34		0,15 <sup>a</sup>	0,19 <sup>ab</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,15 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>
Control		0,14 <sup>b</sup>	0,21 <sup>a</sup>	0,06 <sup>b</sup>	0,11 <sup>a</sup>	0,05 <sup>a</sup>

**Tabla 5.** Efecto de los fertilizantes sobre la concentración de calcio en los tejidos de los frutos (corteza y pulpa) (% de peso seco) en las cinco localidades.

Diferentes letras indican diferencias significativas en cada fila (localidad) según la prueba de Tukey ( $P < 0,05$ ).

cesario para fortalecer las paredes celulares y mantener la integridad de la membrana (Napier y Combrink, 2006). Por consiguiente, las relaciones del calcio con el tejido de la fruta se han asociado con el ablandamiento prematuro anormal. En melón, el ablandamiento del fruto puede encontrarse asociado con cambios en el contenido de las fracciones principales de la pared celular (Ranwala *et al.*, 1992) y existe evidencia que el calcio regula el ablandamiento del fruto y la senescencia a nivel de la membrana. La aplicación directa de calcio en la fruta es el método más efectivo para aumentar el contenido de calcio en frutos (Conway *et al.*, 2002). La mejor manera es rociar las plantas con fertilizantes de calcio (Lanauskas y Kviklienė, 2006).

La importancia de comenzar el tratamiento temprano con el calcio, se relaciona con el hecho que en este cultivo la absorción máxima de nutrientes ocurre después de la formación del fruto y el calcio se acumula principalmente en las hojas durante el período de mayor crecimiento de la hoja (Bemadac *et al.*, 1996; Rincón Sánchez *et al.*, 1998). Sin embargo, no se observó un claro efecto de la aplicación de fertilizantes con calcio en la firmeza del fruto durante este trabajo. El caso más extremo fue el de Media Agua donde no se observó ningún efecto en ninguno de los tratamientos (tabla 2). De acuerdo con los resultados, no se registró ninguna mejora significativa en las características de calidad del melón. Al parecer, una concentración mayor de Ca o dos aplicaciones por semana podría resultar en una mejor relación entre la aplicación y la calidad. Por otra parte, cabe destacar que estos resultados debieran ser considerados como preliminares debido a que, si bien hubo diferencias en la concentración de Ca entre los diferentes suelos, en ningún caso fueron limitantes para el crecimiento de los cultivos.

El melón tiene un gradiente de contenido de calcio, con una concentración mayor en la piel y menor en la pulpa (Wang *et al.*, 1996). En este trabajo, con excepción de lo obtenido en Media Agua, esto fue observado. Aunque hubo excepciones en algunos tratamientos, el calcio foliar causó un aumento (tabla 5). Sin embargo, en Media Agua no se registraron diferencias entre tratamientos cuando se com-

pararon la cáscara y la pulpa. Un hecho notable fue que la relación de la concentración de calcio en la cáscara y pulpa era varias veces superior en comparación con otras localidades.

Estos resultados probablemente indican un efecto indirecto del ambiente en la menor incorporación de calcio al fruto, principalmente en la pulpa. Esto puede ser debido al hecho de que en Media Agua la baja humedad relativa del aire y la mayor velocidad del viento (tabla 1), pueden haber incidido en un aumento de la tasa de transpiración del cultivo. La translocación de calcio a la fruta se ve afectada por la presión parcial del vapor de agua atmosférico y por la relación hoja a fruta, además del tamaño de los frutos (Ferguson y Watkins, 1983). Estos resultados podrían indicar, o bien que las aplicaciones de calcio fueron ineficaces para revertir esta situación, o que las condiciones ambientales podrían haber evitado la absorción efectiva de las soluciones de calcio aplicadas. La literatura informa que la translocación de calcio es muy difícil de conseguir debido a la absorción y la penetración restringidas de calcio en la fruta y su movilización dentro del tejido de la fruta (Mengel, 2002).

Por otro lado, al comparar el contenido de calcio y firmeza de la fruta, se observó que la concentración de calcio medida en la pulpa no se correlacionó con el aumento de IF, como ocurrió en Colón y Esperanza (tablas 2 y 5). En Coronda, además, la concentración de calcio en la pulpa aumentó con todos los fertilizantes, pero no aumentó la IF medida. Esto indicaría que el Ca aplicado externamente se encuentra probablemente en el espacio libre, y no estaba implicado en el mantenimiento de la estructura y la función celular como en la fruta de manzana (Ferguson y Watkins, 1983).

## CONCLUSIONES

El uso de fertilizantes cálcicos no tuvo un efecto similar sobre el contenido de calcio en frutos de melón en los diferentes sitios experimentales durante un año.

En todas las localidades, excepto en Media Agua, se observó un incremento del contenido de calcio en la cáscara.

No se observó, sin embargo, un claro efecto de la aplicación de fertilizantes de calcio en la firmeza del fruto.

Los tratamientos con soluciones de calcio no incrementaron la concentración de sólidos solubles o el peso fresco de la fruta.

El uso de fertilizantes cálcicos no tuvo un efecto similar sobre el contenido de calcio en frutos de melón en los diferentes sitios experimentales.

## AGRADECIMIENTOS

El trabajo recibió el apoyo de CAI+D (Universidad Nacional del Litoral). Queremos agradecer la colaboración de los Ingenieros Agrónomos Juan C. Favaro, Juan Valiente y Cristian Pernuzzi.

## BIBLIOGRAFÍA

- LANAUSKAS, J.; USELIS, N.; VALIUSKAITE, A.; VISKELIS, P. 2006. Effect of foliar and soil applied fertilizers on strawberry healthiness, yields and berry quality. *Agronomy Research* 4, 247-250.
- ERDAL, Ü.; KEPENEK, K.; KIZILGOZ, Ü. 2004. Effect of Foliar Iron Applications at Different Growth Stages on Iron and Some Nutrient Concentrations in Strawberry Cultivars. *Turkish Journal of Agriculture and Forestry* 28, 421-427.
- SAURE, M.C. 2005. Calcium translocation to fleshy fruit: its mechanism and endogenous control. *Scientia Horticulturae* 105, 65-89.
- LESTER, G. 1996. Calcium alters senescence rate of postharvest muskmelon fruit disks. *Postharvest Biology and Technology* 7, 91-96.
- LAMIKANRA, O.; WATSON, M.A. 2004. Effect of calcium treatment temperature on fresh-cut cantaloupe melon during storage. *Journal of Food Science* 69(6), 468-472.
- FALLAHI, E.; CONWAY, W.S.; HICKEY, K. D.; SAMS, C.E. 1997. The role of calcium and nitrogen in postharvest quality and disease resistance of apples. *HortScience* 32(5), 831-835.
- GASTOL, M.; DOMAGALA-SWIATKIEWICZ, I. 2006. Effect of foliar sprays on potassium, magnesium and calcium distribution in fruits of the pear. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research* 14(2), 169-176.
- MENGEL, K. 2002. Alternative or complementary role of foliar supply in mineral nutrition. *Acta Horticulturae* 594, 33-47.
- LÖTZE, E.; THERON, K.I. 2006. Dynamics of calcium uptake with preharvest sprays to reduce bitter pit in 'golden delicious'. *Acta Horticulturae*. Wageningen. 721, 313-320.
- NEILSEN, G.H.; NEILSEN, D. 2002. Effect of foliar zinc, form and timing of Ca sprays on fruit Ca concentration in new apple cultivars. *Acta Horticulturae* 594, 435-443.
- LANAUSKAS, J.; KVIKLIENÉ, N. 2006. Effect of calcium foliar application on some fruit quality characteristics of 'Sinap Orlovskij' apple. *Agronomy Research* 4(1), 31-36.
- BOUZO, C.A.; ASTEGIANO, E.D.; FAVARO, J.C. 2004. Procedimiento para predecir la necesidad de abonos en cultivos hortícolas. *Revista FAVE Sección Ciencias Agrarias* 2(1-2), 7-18.
- AOAC International. 1995. Official methods of analysis of AOAC International. 2 vols. 16th edition. Arlington. VA. USA. Association of Analytical Communities.
- NAPIER, D.R.; COMBRINK, N.J.J. 2006. Aspects of calcium nutrition to limit plant physiological disorders. *Acta Horticulturae* 702, 107-116.
- SERRANO, M.; AMORÓS, A.; PRETEL, M.T.; MARTÍNEZ-MADRID, M.C.; MADRID, R.; ROMOJARO, F. 2002. Effect of Calcium Deficiency on Melon (*Cucumis melo* L.) Texture and Glassiness Incidence during Ripening. *Food Science and Technology International* 8 (3), 147-154.
- RANWALA, A.P.; SUEMATSU, C.; MASUDA, H. 1992. The role of beta-galactosidases in the modification of cell wall components during muskmelon fruit ripening. *Plant Physiology* 100, 1318-1325.
- CONWAY, W.S.; SAMS, C.E.; HICKEY, K.D. 2002. Pre- and postharvest calcium treatment of apple fruit and its effect on quality. *Acta Horticulturae* 594, 413-419.
- BEMADAC, A.; JEAN-BAPTISTE, I.; BERTONI, G.; MORARD, P. 1996. Changes in calcium contents during melon (*Cucumis melo* L.) fruit development. *Scientia Horticulturae* 66(3-4), 181-189.
- RINCÓN SÁNCHEZ, L.; SÁEZ SIRONI, J.; PÉREZ CRESPO, J.A.; MADRID, R. 1998. Growth and nutrient absorption by muskmelon crop under greenhouse conditions. *Acta Hort.* 458:153-160.
- WANG, Y.; GRANT, S.; LEACH, D.N. 1996. Chemical Changes during the Development and Ripening of the Fruit of *Cucumis melo* (cv. makdimon). *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 44(1), 210-216.
- FERGUSON, I.B.; WATKINS, C.B. 1983. Cation distribution and balance in apple fruit in relation to calcium treatments for bitter pit. *Scientia Horticulturae* 19(3-4), 301-310.